

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-058821
(43)Date of publication of application : 14.03.1991

(51)Int.Cl.

B29C 45/77

(21)Application number : 01-192753

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 27.07.1989

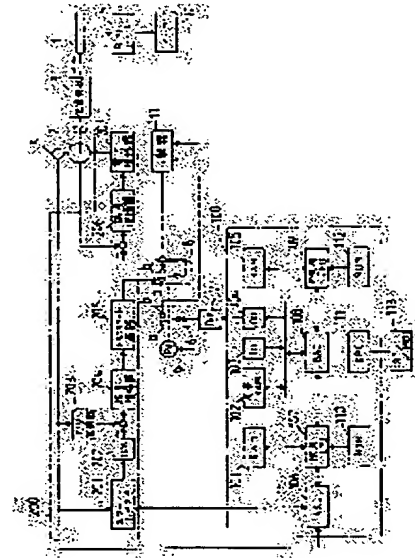
(72)Inventor : KAMIGUCHI MASAO
NEKO TETSUAKI

(54) INJECTION PRESSURE CONTROL METHOD FOR MOTORIZED INJECTION MOLDING MACHINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent a pressure sensor from being affected by high temperature or being in contact with resin directly in an injection molding die in which a hot runner is adopted and secure the performance of the pressure sensor for a long period of time by installing the pressure sensor for sensing and feeding back the resin pressure on the screw axis.

CONSTITUTION: A pressure sensor 4 installed on the screw axis senses the pressure from resin applied in the screw axial direction as injection pressure. Then, the injection pressure set on a controller 100 is compared with the pressure sensed by the pressure sensor 14 by a comparator 11, and the injection pressure in the injection and dwelling processes is closed loop controlled so that the sensor pressure conforms with the set injection and dwelling pressure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

④

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-58821

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)3月14日

B 29 C 45/77

7639-4F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 電動式射出成形機の射出圧力制御方式

⑯ 特 願 平1-192753

⑰ 出 願 平1(1989)7月27日

⑱ 発 明 者 上 口 賢 男 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社商品開発研究所内

⑲ 発 明 者 根 子 哲 明 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社商品開発研究所内

⑳ 出 願 人 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

㉑ 代 理 人 弁理士 竹本 松司 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

電動式射出成形機の射出圧力制御方式

2. 特許請求の範囲

(1) サーボモータによって射出・保圧制御を行う電動式射出成形機において、樹脂からスクリー軸に加わる圧力を検出する圧力センサをスクリー軸上に設け、上記圧力センサで検出される圧力が制御装置に設定された設定射出圧力になるように射出・保圧工程中、圧力をクローズドループ制御することを特徴とした電動式射出成形機の射出圧力制御方式。

(2) サーボモータによって射出・保圧制御を行う電動式射出成形機において、樹脂からスクリー軸に加わる圧力を検出する圧力センサをスクリー軸上に設け、射出開始後の時間の関数として射出圧力を設定し、射出開始後の経過時間に応じて、上記設定された射出圧力と、上記圧力センサによって検出される検出圧力とを順次比較し検出圧力を設定射出圧

力に一致させるよう上記サーボモータにトルク指令電流を出力し、射出・保圧工程の射出圧力をクローズドループ制御することを特徴とした電動式射出成形機の射出圧力制御方式。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、射出・保圧工程の射出圧力をクローズドループ制御する電動式射出成形機の射出圧力制御方式に関する。

従来の技術

従来、射出成形機の射出・保圧圧力を制御する方法としては、スクリーの前進位置に応じて射出速度や射出圧力を制御するのが一般的であった。

また、実際の成形作業においては、射出速度に較べて射出圧力の適否が成形品の良否に与える影響の方が遙かに大きく、射出圧力を優先的にクローズドループ制御することが望まれている。従来、スクリー軸に圧力センサを取付け、樹脂からスクリー軸に加わる圧力を検出し保圧制御する制御方式は本願出願人によって提案され、特開昭

62-218118号公報によって知られている。また、従来の油圧式射出成形機においては、例えば、特公昭58-52486号公報に開示されるように、射出成形用金型の樹脂通路内に圧力センサを設けて型内圧力を検出して圧力をフィードバックするものが知られている。

発明が解決しようとする課題

しかし、圧力センサを樹脂通路内に埋込むためにセンサの構成自体が特殊なものとなって製造コストがかさむといった欠点がある。また、近年では成形材料の節約等のため、樹脂通路にホットランナーを採用した射出成形用金型が一般化しており、積極的に加熱される樹脂通路内に、しかも、樹脂と直接接触する位置に圧力センサを装着した場合、圧力センサの性能を長期間に亘って確保することが困難となる。

一方、サーボモータによって射出・保圧制御を行う通常の電動式射出成形機においては、数値制御装置等の制御装置によってスクリー位置や射出速度が制御され、射出・保圧、特に射出圧の制

御はサーボモータの出力トルクを制限（トルクリミット）することによって行われるのが一般的である。

そこで、本発明の目的は、通常の安価な圧力センサを用い、しかも、圧力センサの性能を長期間に亘って確保し、射出・保圧工程の射出圧力を容易にクローズドループ制御することのできる電動式射出成形機の射出圧力制御方式を提供することにある。

課題を解決するための手段

本発明は、スクリー軸方向に作用する樹脂からの圧力を検出する圧力センサをスクリー軸上に設け、上記圧力センサで検出される圧力が制御装置に設定された射出圧力になるように射出・保圧工程の射出圧力をクローズドループ制御することで上記目的を達成した。

また、射出開始後の時間の関数として射出圧力を設定し、射出開始後の経過時間に応じて、上記設定された射出圧力と、上記圧力センサによって検出される検出圧力とを順次比較し、検出圧力を

設定射出圧力に一致させるよう上記サーボモータにトルク指令電流を出力することにより、射出・保圧工程の射出圧力を容易にクローズドループ制御することができる。

作 用

スクリー軸上に設けられた圧力センサはスクリー軸方向に作用する樹脂からの圧力を射出圧力として検出する。

制御装置に設定された射出圧力と上記圧力センサで検出される圧力とを比較し、検出圧力が設定射出・保圧圧力になるように射出・保圧工程の射出圧力がクローズドループ制御される。

特に、制御装置に射出開始後の時間の関数として射出圧力を設定しておき、射出開始後の経過時間に応じて、上記設定された射出圧力を読み、射出圧力の制御目標値として出力すると共に、上記圧力センサによって検出される射出圧力の現在値と上記制御目標値とを比較し、検出圧力の現在値を制御目標値に一致させるよう上記サーボモータにトルク指令電流を出力して射出・保圧工程の射

出圧力をクローズドループ制御する。

実施例

以下、図面を参照して本発明の一実施例を説明する。

第1図は、本発明の方式を実施する一実施例の電動式射出成形機および該射出成形機の制御系要部を示すブロック図で、符号1はスクリー、符号2は伝達機構3を介してスクリー1を軸方向に駆動する射出用サーボモータであり、上記スクリー1の軸上には抵抗線歪ゲージ等によって構成され該スクリー1に作用する軸方向の樹脂からの圧力を検出する圧力センサ4が設けられ、また、サーボモータ2には回転角に応じて所定数の検出パルスを出力するパルスコード5が装着されている。

符号100は、射出成形機を制御する数値制御装置（以下、NC装置という）で、該NC装置100はNC用のマイクロプロセッサ（以下、CPUという）107とプログラマブルマシンコントローラ（以下、PMCという）用のCPU109

を有しており、PMC用CPU109には、射出成形機のシーケンス動作を制御するシーケンスプログラム等を記憶したROM112とデータの一時記憶に用いられるRAM105が接続され、NC用CPU107には、射出成形機を全体的に制御する管理プログラムを記憶したROM110および射出用、クランプ用、スクリュウ回転用、エジェクタ用等の各軸のサーボモータを駆動制御するサーボ回路がサーボインターフェイス（以下、SSUという）106を介して接続されている。

なお、第1図では射出用サーボモータ2、該サーボモータ2のサーボ回路200のみを図示している。

また、102はバブルメモリやCMOSメモリ等で構成される不揮発性の共有RAMで、射出成形機の各動作を制御するNCプログラム等を記憶するメモリ部と各種設定値、パラメータ、マクロ変数等を記憶する設定メモリ部とを有し、該設定メモリ部には、射出開始後の時間の関数として設定された射出圧力を記憶するための射出圧力記憶

第1図では、射出成形機の射出軸に関するもの、即ち、スクリュウ1を駆動して射出させるための射出用サーボモータ2、および、射出用サーボモータ2に取付けられ、該サーボモータ2の回転に応じてスクリュウ位置及び速度を検出するパルスコード5を示しており、他の型締軸、スクリュウ回転軸、エジェクタ軸等は省略している。そのため、サーボ回路200も射出用サーボモータ用のものだけを示し、他の軸のサーボ回路は省略している。

サーボ回路200は、NC用CPU107からサーボインターフェイス106を介して出力される所定周期毎の分配パルスである位置指令を加算する一方、射出用サーボモータ2の回転変位に伴ってパルスコード5より出力されるパルスを減じ、射出用サーボモータ2の指令位置に対する現在の位置偏差を出力するエラーレジスタ201と、エラーレジスタ201の出力をD/A変換して速度指令電圧として出力するD/A変換器202と、F/V変換器203でF/V変換されたパルスコ

デューブル（第4図参照）が設けられている。

108はバスアービタコントローラ（以下、BACという）で、該BAC108にはNC用CPU107及びPMC用CPU109、共有RAM102、入力回路103、出力回路104の各バスが接続され、該BAC108によって使用するバスが制御されるようになっている。また、113はオペレータパネルコントローラ111を介してBAC108に接続されたCRT表示装置付手動データ入力装置（以下、CRT/MDIという）であり、該CRT/MDI113のキーボード部にはテンキー、カーソル移動キー、入力指令キー等が設けられ（図示せず）、また、CRT/MDI113の一部であるCRT表示部113aの画面下部には複数のソフトキー114a～114e（第3図参照）が設けられ、これら各キーの操作により様々な指令及び設定データの入力ができるようになっている。なお、101はNC用CPU107にバス接続されたRAMでデータの一時記憶等に利用されるものである。

ード5の出力を上記速度指令電圧から減じて射出用サーボモータ2の速度偏差を求め、トルク指令に対応する電圧（以下、トルク指令電圧という）を出力する誤差増幅器204と、切替えスイッチ6の常閉接点aが閉じられた状態で出力回路104とD/A変換器7を介してNC装置100のPMC用CPU109によってトルクリミットが出力され、誤差増幅器204から出力されるトルク指令電圧に制限を加えるトルクリミット回路205とを備え、切替えスイッチ8の常閉接点aが閉じられた状態においては、トルクリミット回路205で調整されたトルク指令電圧から射出用サーボモータ2の駆動電流に対応する電圧を減じてその偏差を誤差増幅器206で増幅し、更に、電力増幅器207で増幅して、射出用サーボモータ2の位置、速度、トルクが制御される。

上記切替えスイッチ6および8は、出力回路104を介してNC装置100のPMC用CPU109で制御されるリレー手段9によって同時に切替え制御されるものであり、通常は、各スイッ

チとも常閉接点 a が閉じられた状態にある。

スクリー 1 に設けられた圧力センサ 4 の出力はアンプ 10 で増幅され現在の射出圧力に対応する電圧に整合されて比較器 11 の一方の入力端子に接続され、また、該比較器 11 の他方の入力端子には切替えスイッチ 6 の常閉接点 b が接続されており、この接点 b が閉じられた状態においては、NC 装置 100 の出力回路 104 から D/A 変換器 7 を介して出力される設定射出圧力（射出圧力記憶テーブルに記憶された値）に対応するトルク指令電圧が入力され、該比較器 11 によって現在射出圧力と設定射出圧力との誤差が求められ、該誤差をトルク指令電圧として出力し、切替えスイッチ 8 の常閉接点 b が閉じられた状態で誤差増幅器 206 に入力され、射出圧力に関する射出用サーボモータ 2 のクローズドループが形成される。

なお、パルスコード 5 より出力される検出パルスはサーボインターフェイス 106 にも入力されており、数値制御装置 100 は該サーボインターフェイス 106 を介してスクリー 1 の絶対位置

を検出し、スクリー前進時のオーバートラベルを防止するようになっている。

以上のような構成において、NC 装置 100 は、共有 RAM 102 に格納された射出成形機の各動作を制御する NC プログラム及び上記設定メモリ部に記憶された各種成形条件等のパラメータや ROM 112 に格納されているシーケンスプログラムにより、PMC 用 CPU 109 がシーケンス制御を行いながら、NC 用 CPU 107 が射出成形機の各軸のサーボ回路へサーボインターフェイス 106 を介してパルス分配し、射出成形機の通常の制御を行うものである。

そこで、まず、射出開始後の時間の関数として射出圧力をグラフ設定し、数値制御装置 100 に記憶させるための操作について説明する。

オペレータはまず CRT/MDI 113 を操作して射出圧力設定モードを選択し、射出圧力設定画面を表示させる。CRT 表示部 113 a には射出開始後の経過時間を示す時間軸と射出圧力を示す圧力軸、および、ソフトキーの機能を示すガイ

ダンスが表示される（第 3 図参照）。この場合、ソフトキー 114 a は直線補間指令キーとして作用し、ソフトキー 114 b、114 c はそれぞれ円弧補間指令キー、設定終了キーとして作用する。

例えば、設定しようとする射出圧力の関数が第 3 図に示されるようなものであれば、オペレータは、まず、ソフトキー 114 b を操作して、これから設定される関数部分が円弧であることを宣言した後、CRT/MDI 113 のキーボード部に設けられたカーソル移動キーで表示画面上のカーソルを点 P 1 に移動させて入力指令キーを操作し、点 P 1 を円弧補間における第 1 点として選択する。次いで、点 P 2、点 P 3 を円弧補間における第 2 点、第 3 点として選択すると、上記 3 点を結ぶ円弧 P 1 P 3 が自動的に描画される。以下、上記と同様にして、点 P 3、P 4、P 5 を選択して円弧 P 3 P 5 を描画させ、更に、点 P 5、P 6、P 7 を選択して円弧 P 5 P 7 を描画させる。次いで、ソフトキー 114 a を操作して、これから設定される関数部分が直線であることを宣言した後、表

示画面上のカーソルを点 P 7 に移動させて入力指令キーを操作し、点 P 7 を直線補間における始点として選択する。次いで、点 P 8 を直線補間における終点として選択すると、始点 P 7 と終点 P 8 を結ぶ線分 P 7 P 8 が自動的に描画される。以下、上記と同様にして、点 P 8、P 9 を選択して線分 P 8 P 9 を描画させ、更に、点 P 9、P 10 を選択して線分 P 9 P 10 を描画させる。

本実施例では CRT 表示部 113 a の数値データ表示部 115 に、カーソル位置に対応する時間および射出圧力の数値データが表示されるようになっているので、設定射出圧力を厳密に設定することができる。

このようにして設定射出圧力を射出開始後の時間の関数としてグラフ設定したなら、設定終了キー 114 c を操作して、この関数を共有 RAM 102 の射出圧力記憶テーブル（第 4 図参照）に記憶させる。

射出圧力記憶テーブルは、上記グラフ設定された関数によって示される設定射出圧力を射出開始

後の経過時間に対応させて記憶するもので、第3図の射出圧力設定画面で示される時間軸のフルスケールTimeを単位時間 τ で除した値に対応するN個の記憶レコードを有する。従って、射出圧力記憶テーブルにおけるアドレス0の記憶レコードには上記設定された関数に基づき射出開始直後、即ち、経過時間0における設定射出圧力 p_0 が記憶され、以下、各アドレスiの記憶レコードには単位時間 τ を所定の刻み幅とする射出開始後の経過時間 $i \cdot \tau$ に対応する設定射出圧力 p_i が順次記憶される。

なお、第3図に示される設定射出圧力のグラフによって定義された関数の終点は点P10であり、射出圧力記憶テーブルにおいては点P10の時間に対応する経過時間 $n \cdot \tau$ 、即ち、アドレスnの記憶レコードに保圧完了時の設定射出圧力 p_n が記憶されており、射出開始後の経過時間 $(n+1) \cdot \tau$ 以降のアドレス、つまり、 $n+1$ 以降のアドレスでは設定射出圧力が未定義となっている。また、最終アドレスnはレジスタに記憶され、後述

ラグが既にセットされているか否かに基いて判別される。

射出中でなければ、現在の工程が射出・保圧工程ではないことを意味するので、工程判別処理の判別結果に従って他の処理を実行する（図示せず）。

また、ステップS1においてフラグFがセットされておらず、ステップS2で射出開始信号の入力が確認された場合は、NC用CPU107による型締めのためのパルス分配が完了し、射出可能状態となったことを意味するので、PMC用CPU109は射出・保圧工程であることを記憶するフラグFをセットし（ステップS3）、リレー手段9を駆動して切り替えスイッチ6および8をb接点側に切り替え、射出・保圧圧力のクローズドループ制御を開始する（ステップS4）。

次いで、指標Iに0をセットし（ステップS5）、共有RAM101の射出圧力記憶テーブルより指標iで示されるアドレスの設定射出圧力 p_i を読み込み、出力回路104に出力する（ステップS

の処理に利用される。

以下、射出・保圧工程においてPMC用CPU109が実行するトルク制御処理の概略を示すフローチャート（第2図）を参照して、本実施例の射出圧力制御を説明する。

なお、PMC用CPU109は従来と同様、型締め工程、射出・保圧工程、計量工程、冷却工程、型開き工程を順次シーケンス制御を行っており、前工程が終了する毎に次の処理を順次所定周期毎に実行している。第2図は、型締め工程終了後の射出・保圧工程の処理のフローチャートである。

第2図に示される射出・保圧制御処理は上記単位時間 τ と同一の所定周期で実行されるもので、PMC用CPU109は、まず、射出・保圧工程であることを記憶するフラグFがセットされているか否かを判別し（ステップS1）、該フラグFがセットされていないければ、次いで、射出中か否かを判別する（ステップS2）。この判別は自動運転中であるか否か、及び、射出保圧工程になると共有RAM102にセットされる射出保圧工程フ

6）。

設定射出圧力 p_i はD/A変換器7でトルク指令電圧に変換された後切り替えスイッチ6のb接点を介して比較器11に入力され、圧力センサ4で検出されてアンプ10で増幅された現在の検出圧力と比較され、この誤差が切り替えスイッチ8のb接点を介してトルク指令電圧としてサーボ回路200の誤差増幅器206に直接入力され、更に、電力増幅器207で増幅されて、現在の検出圧力が設定射出圧力 p_i となるように射出用サーボモータ2の駆動力がクローズドループ制御される。

一方、設定射出圧力 p_i を出力したPMC用CPU109は、指標Iの値をインクリメントし（ステップS7）、該指標Iの値がレジスタに記憶されている値nを越えているか否か、即ち、射出圧力記憶テーブルに定義された最後の設定射出圧力に対するトルク制御処理が完了しているか否かを判別し（ステップS8）、 $i \leq n$ であって射出・保圧工程におけるトルク制御処理が完了していなければこの周期の処理を終了する。

次周期、即ち、単位時間 τ 経過後のトルク制御処理においては、既にフラグFがセットされているので、ステップS1の判別処理実行後ステップS6に移行し、前周期のステップS7でインクリメントされた指標 i の値に基づいて射出圧力記憶テーブルにおけるアドレス i の設定射出圧力 p_i を出力回路104に出力し、圧力センサ4、比較器11、サーボ回路200等からなるハードウェアによって現在の検出圧力が設定射出圧力 p_i となるように射出用サーボモータ2の駆動力をクローズドループ制御する一方、指標 i の値をインクリメントし(ステップS7)、該指標 i の値が n を越えているか否かを判別し(ステップS8)、 $i \leq n$ であればこの周期の処理を終了する。

以下、ステップS8で $i > n$ となったことが判別されるまで、上記と同様、ステップS1およびステップS6～ステップS8の処理を単位時間 τ の所定周期毎に繰返し実行する。

従って、射出用サーボモータ2は、単位時間 τ を基準とする射出開始後の経過時間 $i \cdot \tau$ に応じ、

に関するすべての処理を終了する。したがって、計量工程における制御では、従来と同様、NC用CPU107によるパルス分配、即ち、位置指令に基づいて、サーボ回路200による通常の位置速度、トルク制御が実施されることとなる。

発明の効果

本発明の射出圧力制御方式では、樹脂圧力を検出してフィードバックするための圧力センサをスクリュウ軸上に設けるようにしたため、圧力センサを樹脂通路内に埋込む従来の方式のように特殊な構成を必要とせず、また、ホットランナーを採用した射出成形用金型においても圧力センサに高温が作用したり直接樹脂に接触したりすることがなく、圧力センサの性能を長期間に亘って確保することができる。

また、圧力センサによって検出される射出圧力の現在値を射出開始後の時間の関数として設定された射出圧力の制御目標値と比較し、検出圧力を制御目標値に一致させるようにサーボモータに直接トルク指令電流を出力するようにしたので、電

現在の検出圧力が射出圧力記憶テーブルにおけるアドレス i の設定射出圧力 p_i となるように常時クローズドループ制御され、しかも、設定射出圧力 p_i の切替周期 τ が十分に短いため、実際の射出・保圧工程における圧力カーブが射出圧力設定画面によって設定された関数(第3図参照)と略同一に制御される。

このようにしてトルク制御処理を繰返し実行する間に、ステップS8において $i > n$ となったことが判別されると、射出圧力記憶テーブルに定義された最後の設定射出圧力に対するトルク制御処理が完了したこと、即ち、保圧工程が完了したことを意味し、PMC用CPU109はステップS9に移行してリレー手段9を駆動し、切り替えスイッチ6および8をa接点側に復帰させて射出用サーボモータ2の射出・保圧圧力に関するクローズドループ制御を終了し、射出・保圧工程中であることを記憶するフラグFをリセットして(ステップS10)、計量開始の可能状態を示すフラグをセットし(ステップS11)、射出・保圧工程

動式射出成形機における射出・保圧工程の射出圧力を容易にクローズドループ制御することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の方式を実施する一実施例の電動式射出成形機および該射出成形機の制御系要部を示すブロック図、第2図は同実施例の射出・保圧工程においてPMC用CPUが実行するトルク制御処理の概略を示すフローチャート、第3図は同実施例におけるCRT/MDIの射出圧力設定画面を示す概念図、第4図は射出開始後の時間の関数として設定された射出圧力を記憶する射出圧力記憶テーブルを示す概念図である。

1…スクリュウ、2…射出用サーボモータ、3…伝達機構、4…圧力センサ、5…パルスコーダ、6…切替スイッチ、7…D/A変換器、8…切替スイッチ、9…リレー手段、10…アンプ、11…比較器、

100…数値制御装置、101…RAM、

102…共有RAM、103…入力回路、

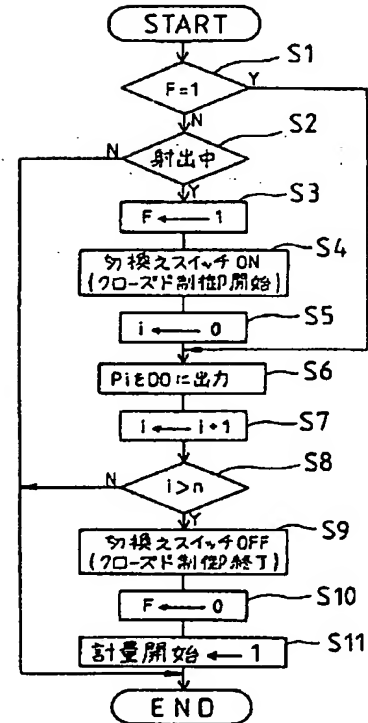
104…出力回路、105…RAM、106…サ
ーボインターフェイス、107…NC用CPU、
108…バスアービタコントローラ、109…P
MC用CPU、110…ROM、111…オペ
レータパネルコントローラ、112…ROM、
113…CRT表示装置付き手動データ入力装置、
113a…CRT表示部、
114a～114e…ソフトキー、115…数値
データ表示部、

200…サーボ回路、201…エラーレジスタ、
202…D/A変換器、203…F/V変換器、
204…誤差増幅器、205…トルクリミット回
路、206…誤差増幅器、207…電力増幅器。

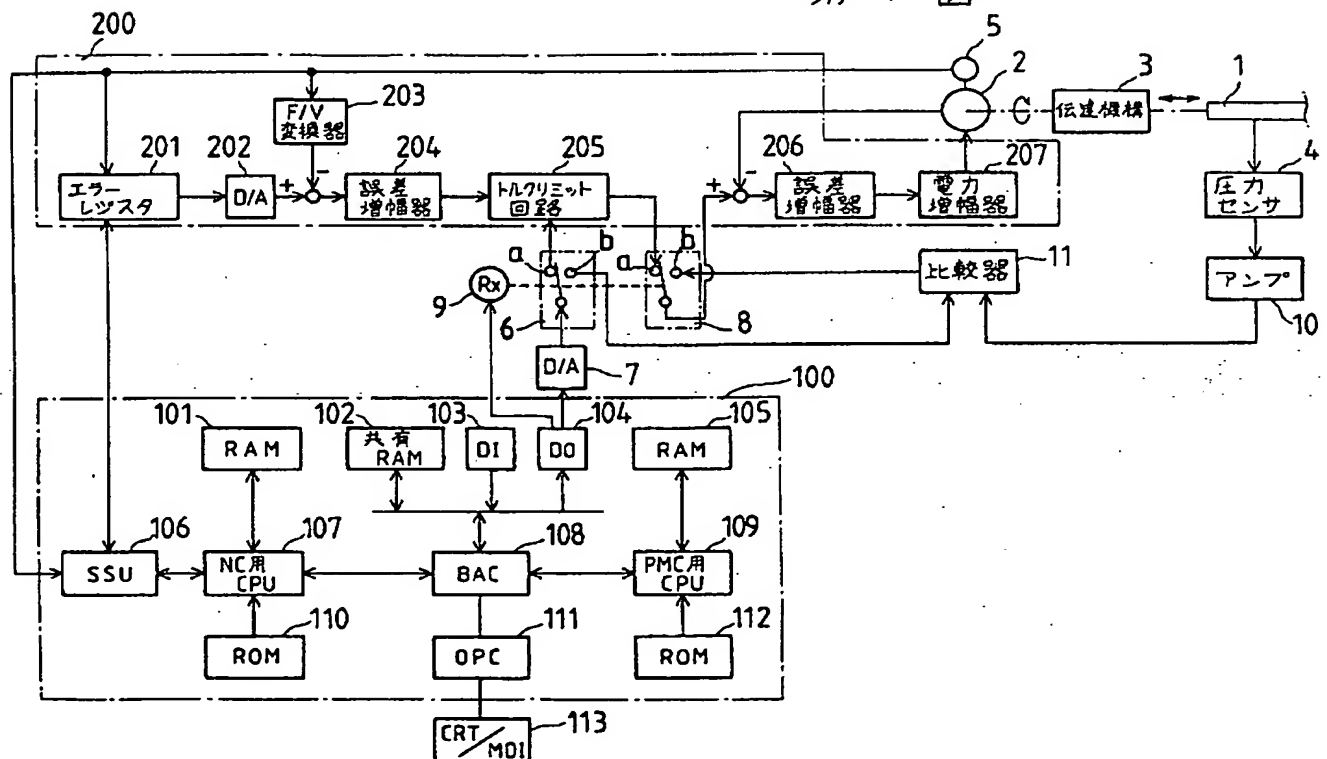
特許出願人 ファナック株式会社
代理人 弁理士 竹本 松司
(ほか2名)



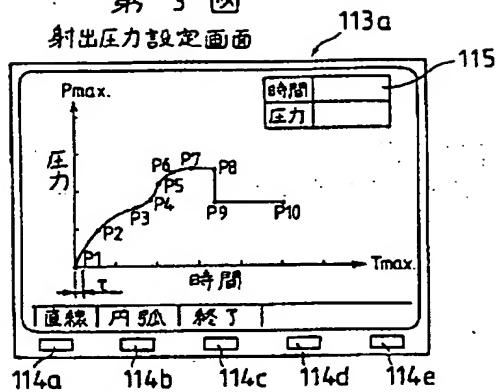
第 2 図



第 1 図



第 3 図
射出圧力設定画面



第 4 図
射出圧力記憶テーブル

アドレス	射出圧力	(時間)
0	p0	0
1	p1	τ
2	p2	$2 \cdot \tau$
...
i	pi	$i \cdot \tau$
...
n	pn	$n \cdot \tau$
n+1	—	$(n+1) \cdot \tau$
...
N	—	Tmax

← P10